
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

JIF 317 – Ilmu Fizik Atom

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA** soalan daripada **ENAM** soalan yang diberikan.

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

Setiap soalan diperuntukkan 100 markah.

1. Persamaan Schrödinger dua dimensi untuk atom hidrogen diberikan oleh

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial Y}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 Y}{\partial \phi^2} \right] - \frac{e^2}{r} Y = -EY$$

di mana $Y(r, \phi) = R(r) \Phi(\phi)$. Dengan menggunakan kaedah pemisahan pembolehubah, tunjukkan bahawa komponen sudut ϕ boleh ditulis dalam bentuk

$$\frac{d^2 \Phi(\phi)}{d\phi^2} = -m^2 \Phi(\phi)$$

Dengan menggunakan syarat keortogonan yang sesuai, cari penyelesaian penuh untuk fungsi $\Phi(\phi)$.

Lakarkan ketumpatan kebarangkalian sudut $\Phi^*(\phi) \Phi(\phi)$ dan ketumpatan jejarian $R^*(r) R(r)$ untuk beberapa keadaan kuantum yang rendah.

(100 markah)

2. (a) Jika fungsi Y_l^m ditakrifkan sebagai $Y_l^m(\theta, \phi) = \Theta(\theta) \Phi(\phi)$ dan operator

$$L_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi},$$

buktikan bahawa tindakan operator L_z terhadap fungsi Y_l^m akan menghasilkan pengkuantuman ruang.

(20 markah)

- (b) Dengan menggunakan model mekanik kuantum, tentukan nilai momentum sudut orbitan untuk petala f dan g. Bandingkan jawapan anda dengan pengiraan mengikut model Bohr.

(20 markah)

- (c) Jelaskan maksud nilai jangkaan. Dengan menggunakan syarat keortogonan yang sesuai, buktikan bahawa nilai jangkaan untuk \bar{L}^2 dan \bar{L}_z masing-masing ialah

$$\bar{L}^2 = \ell(\ell + 1)\hbar$$

$$\bar{L}_z = m\hbar$$

(20 markah)

- (d) Terangkan maksud struktur halus. Dengan menggunakan konsep struktur halus, jelaskan dengan ringkas bagaimana fenomena singlet dan doublet boleh terhasil.

(40 markah)

3. (a) Jelaskan konsep pariti. Jika fungsi gelombang atom hidrogen diberikan oleh $\psi(\theta, r, \phi) = \Theta(\theta) \Phi(\phi) R(r)$ dan fungsi $\Theta(\theta)$ dan fungsi $\Phi(\phi)$ berubah di bawah tindakan pariti sebagai

$$\Theta_{\ell,m}(\pi - \theta) = (-1)^{\ell+|m|} \Theta_{\ell,m}(\theta)$$

$$\Phi_m(\pi + \phi) = (-1)^{|m|} \Phi_m(\phi)$$

Tunjukkan bahawa petua pilihan untuk nombor kuantum orbitan boleh diberikan oleh

$$\Delta\ell = \pm 1$$

Dengan mempertimbangkan petua pilihan ini, tunjukkan dengan bantuan paras tenaga, peralihan-peralihan yang mungkin untuk natrium.

(60 markah)

- (b) Jelaskan prinsip Eklusi Pauli. Dengan mempertimbangkan dua zarah yang mempunyai sifat-sifat tertentu, terbitkan prinsip ini.

(40 markah)

4. (a) Nyatakan dan jelaskan Petua Hund. Dengan menggunakan Petua ini dan nombor-nombor kuantum n , ℓ , m_ℓ dan m_s , pameran tatarajah elektron dengan menggunakan gambarajah paras tenaga untuk Ti ($Z = 22$).

(40 markah)

- (b) Terangkan apa yang anda faham tentang ujikaji Stern-Gerlach. Jelaskan juga bagaimana keputusan ujikaji ini boleh menerangkan kewujudan pengkuantuman ruang dan spin elektron.

(40 markah)

- (c) Di dalam ujikaji Stern-Gerlach, kadar perubahan medan magnet di sepanjang lintasan bim $\frac{dB}{dz}$ ialah 1.4 T/mm. Panjang lintasan bim dalam medan magnet ialah 3.5 cm. Suhu ketuhar diubahsuai supaya atom perak disejatkan dengan kelajuan 750 m/s. Cari jarak antara dua sub-bim yang terpesong apabila terkeluar daripada magnet.

$$\left[\begin{array}{l} \text{Jisim atom perak} = 1.8 \times 10^{-25} \text{ kg} \\ \text{Momen magnet atas paksi } -z = 9.27 \times 10^{-24} \text{ J/T} \end{array} \right]$$

(20 markah)

5. (a) Terangkan jenis-jenis ikatan yang terdapat di dalam molekul.
(20 markah)
- (b) Dengan menggunakan fungsi gelombang atom hidrogen, jelaskan bagaimana pembentukan molekul H_2^+ boleh berlaku. Plotkan taburan ketumpatan kebarangkalian yang mungkin yang sepadan dengan fungsi gelombang yang digunakan.
(30 markah)
- (c) Jelaskan maksud sebutan-sebutan berikut dalam proses Laser
- (i) Populasi songsang
 - (ii) Penyerapan teraruh
 - (iii) Penyinaran teraruh
 - (iv) Pengepaman optik
 - (v) Keadaan metastabil
- (20 markah)
- (d) Dengan berpandukan gambarajah paras tenaga, jelaskan bagaimana sinar Laser boleh dihasilkan.
(30 markah)
6. Tuliskan nota ringkas daripada DUA tajuk-tajuk di bawah:
- (i) Model-model untuk Atom, kelemahan dan kekuatannya.
 - (ii) Kesan Zeeman Biasa dan kesan Zeeman Janggal.
 - (iii) Gandingan-LS dan gandingan-jj.
 - (iv) Petua Sela Larde'.
 - (v) Interaksi spin-orbit.
- (100 markah)